

СЕКЦИЯ 16. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПРОМЫСЛОВОГО ТРУБОПРОВОДА ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

С.О. Стрюк

Научный руководитель - ассистент В.П. Бурков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Трубопроводный транспорт в настоящее время является одним из самых эффективных способов транспортировки жидких и газообразных углеводородов. Аварии и отказы на трубопроводах в большинстве случаев обусловлены снижением срока службы из-за внутренней и внешней коррозии.

Рассмотрим статистику отказов на реальном трубопроводе. При эксплуатации нефтесборного трубопровода одного из месторождений Томской области с момента ввода его в эксплуатацию в 2011 году зафиксировано 27 отказов. 23 из 27 отказов приходятся на 2017 год (6 лет после ввода в эксплуатацию). За 2,5 месяца 2018 года зафиксировано 3 отказа (рис. 1).

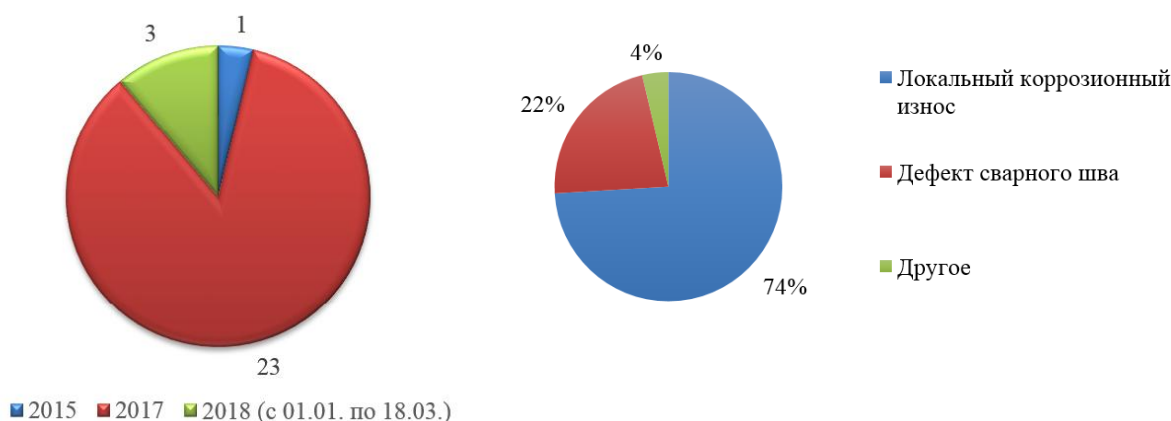


Рис. 1 Распределение отказов по годам

Рис. 2 Причины отказов нефтесборного трубопровода

Технические характеристики данного трубопровода следующие: диаметр наружный 325 мм, толщина стенки 8 мм, длина трубопровода составляет 20 км. Давление на выходе насосной станции составляет 26 атм. Трубопровод выполнен из конструкционной легированной стали 13ХФА, такие трубы отличаются повышенной стойкостью к коррозии.

Проведенный анализ установил, что 20 из 27 (74 %) отказов произошли в результате разгерметизации трубопровода по причине локального коррозионного износа (рис. 2). Во всех случаях тип коррозии – внутренняя язвенная коррозия металла. Более половины отказов приходится на нижнюю образующую трубы.

В результате лабораторных исследований установлена скорость коррозии 0,21 мм/год. Такая скорость коррозии является повышенной [1].

Решением данной проблемы может служить применение новых высокопрочных коррозионностойких конструкционных материалов при строительстве трубопроводов. Такими материалами являются композиты, имеющие в составе армирующий материал (волокна) и связующую матрицу. Одни из перспективных композитов это базальтоволокно и стекловолокно [5].

В нефтегазодобывающей промышленности трубы из базальтоволокна и стекловолокна использовать целесообразно, ввиду их высокой коррозионной стойкости в агрессивных средах по сравнению со сталью. Примерами таких агрессивных сред могут служить как сырая нефть и пластовая вода, так и различные буровые растворы.

Кроме высокой коррозионной стойкости стекловолоконные и базальтоволоконные трубы обладают: низким гидравлическим сопротивлением, очень низкой теплопроводностью, что приводит к снижению тепловых потерь. Весят приблизительно в 5 раз меньше стальных труб, что сокращает расходы на транспортировку и монтаж. По сравнению же с термопластичными полимерами, стекло-базальтоволоконные трубы обладают высокой удельной прочностью.

Базальтоволоконные и стекловолоконные трубы производят способом намотки или центробежным литьем. Способ центробежного литья используется для изготовления труб больших диаметров, данный способ энергоемкий и слишком дорогой.

Более подходящим способом изготовления труб для нефтепровода является способ непрерывной намотки волокон, пропитанных связующим. Существует несколько видов намотки волокон. Для изготовления труб, рассчитанных на высокое давление, используется спирально-кольцевая намотка.

В настоящее время открытым остается вопрос, способна ли выдержать стекловолоконная и базальтоволоконная труба нагрузки, которым подвергается нефтепровод при эксплуатации. Чтобы выяснить это, необходимо знать, как данные материалы реагируют на нагрузку. Зная величину деформации, создаваемой данной нагрузкой, можно предсказать реакцию изделия на его рабочие условия, можно смоделировать работу композитного

трубопровода в заданных условиях. Необходимые сведения о реакции материала можно получить с помощью комплекса для испытаний образцов на растяжение, сжатие, изгиб и излом [4].

Для проведения данных исследований, по договору с Томским политехническим университетом, были закуплены образцы композитных труб у одной из российских компаний (рис. 3). Комплекс для испытаний образцов на растяжение, сжатие, изгиб и излом имеется в одной из лабораторий университета.

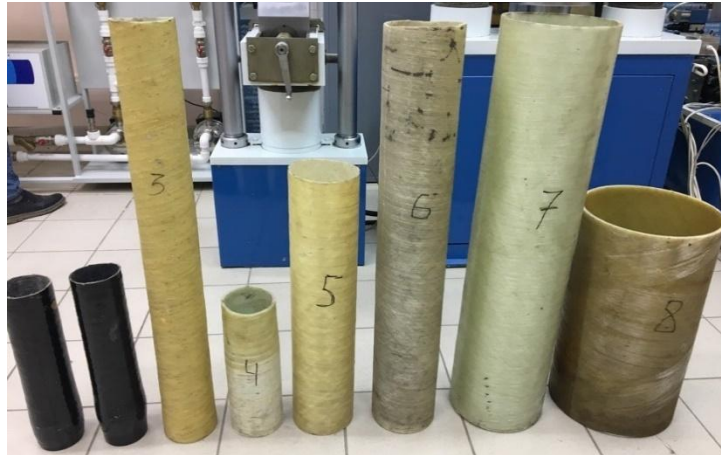


Рис. 3 Закупленные образцы композитных труб

Зависимость напряжений и деформаций при растяжении являются наиболее широко публикуемыми механическими свойствами для сравнения материалов или конструирования конкретных изделий.

Полимерные материалы испытывают на растяжение по ГОСТ 11262-2017. Образцы для проведения испытаний изготавливаются механической обработкой, имеют установленную форму (рис. 4) и параметры [2].

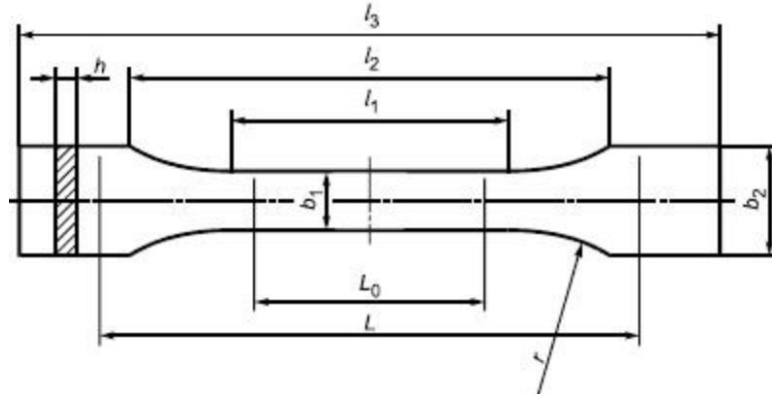


Рис. 4 Образец для проведения испытаний

После изготовления образцы кондиционируют не менее 16 часов при температуре 25 °С и влажности 50 % по [4].

При проведении испытания измеряют нагрузку и удлинение образца непрерывно или в момент достижения предела текучести, максимальной нагрузки, в момент разрушения образца. При записи испытания на установке получают график зависимости удлинения от растягивающей нагрузкой, который называется кривой «нагрузка-удлинение». Значения прочности материала в МПа вычисляют по формулам из [2]. За результат испытания принимают среднее арифметическое не менее пяти определений, вычисляемое до третьей значащей цифры. По результатам испытаний заполняется протокол [2].

Литература

1. ГОСТ 9.502-82 Единая система защиты от коррозии и старения. Ингибиторы коррозии металлов для водных систем. Методы коррозионных испытаний.
2. ГОСТ 11262-2017 (ISO 527-2:2012) Пластмассы. Метод испытания на растяжение.
3. ГОСТ 12423-2013 (ISO 291:2008) Пластмассы. Условия кондиционирования и испытания образцов (проб).
4. Методы испытаний полимерных материалов // ООО «КОМЕФ». URL: <http://www.komef.ru/metodispplolimer.pdf> (дата обращения: 12.02.2020).
5. Стрюк С.О. Повышение надежности промышленного трубопровода путем использования труб из композитных материалов // Труды XXIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных. — Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2019. — С. 561-562.